


KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Henri Heikkinen

SÄHKÖASEMIEN KOMPONENTTITIE TOJEN DOKUMENTOINNIN KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö
Kesäkuu 2017

 Karelia AMMATTIKORKEAKOULU	OPINNÄYTETYÖ Kesäkuu 2017 Sähkötekniikan koulutusohjelma Karjalankatu 3 80200 JOENSUU 013 260 6800
Tekijä Henri Heikkinen	
Nimeke Sähköasemien komponenttitietojen dokumentoinnin kehittäminen Toimeksiantaja PKS Sähkönsiirto Oy	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda taulukkomuotoinen tietokanta PKS Sähkönsiirto Oy:n hallinnoimista sähköasemista. Aiemmin käytössä ollut taulukko ei ollut luokittelun osalta enää ajantasainen ja sen ylläpito oli muutenkin täysin manuaalista. Työn lähtökohtana oli kehittää Energiaviraston uudistuneiden määritelmien pohjalle rakennettu taulukko, johon syötettäisiin manuaalisesti vain sähköasemakomponenttien perustiedot ja josta taulukko itse laskisi kaiken muun tarvittavan informaation.</p> <p>Työssä perehdytään Energiaviraston antamiin määritelmiin sähköasemakomponenttien erittelystä ja raportoinnista sekä verkonhaltijan omiin asiaa koskeviin tietoihin. Työn lopussa tarkastellaan opinnäytetyön tuloksena syntynyttä taulukkoa ja arvioidaan, vastaako se projektille määritetyjä tavoitteita. Opinnäytetyön toteutukseen käytettiin Microsoft Office 2016 Excel -taulukkolaskentaohjelmaa.</p> <p>Lopputuloksena syntyi hyvin toimiva ja selkeä kokonaisuus, jota voidaan käyttää tulevaisuudessa välineenä sähköasemien ikätietojen ylläpidossa sekä pohjana Energiavirastolle vuosittain tehtävässä valvontatietoraportissa. Lisäksi se toimii hyvänä apuvälineenä myös sähköasemien tulevaisuuden investointien suunnittelussa.</p>	
Kieli suomi	Sivuja 22 Liitteet 3 Liitesivumäärä 4
Asiasanat komponentit, raportointi, sähköasemat	



THESIS
June 2017
Degree Programme in Electrical Engineering
Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
FINLAND
013 260 6800

Author
Henri Heikkinen

Title
Developing Documentation of Electrical Components in Electrical Substations

Commissioned by
PKS Sähkönsiirto Oy

Abstract

The aim of this thesis was to develop an Excel-formed database of electrical substations managed by PKS Sähkönsiirto Oy. The database formerly used was not up-to-date in terms of classification and all the up-keep had to be done manually. The aim was to create a database based on renewed specifications of electrical components published by Finnish Energy Agency (FEA). The database would also contain information about quantity and age of electrical components located in electrical substations. The purpose of this thesis was to get acquainted with specifications, get the data of electrical substations updated and to create a base for annual control report for the FEA.

The content of this thesis is a report and the product. The theoretical knowledge base for the report consists of specification of electrical substation component definitions given by the FEA and the necessary subject related information given by the network controller. At the end of this report the product is reviewed and evaluated whether it meets the objectives assigned to this project. Microsoft Office 2016 Excel spreadsheet program was used to accomplish the product.

The database accomplished in this thesis turned out to be well-functioning and simple. It can be used as a tool to maintain the age data of electrical substations and as a base for the FEA's annual monitor information reports. In addition, it works as an aid when planning electrical substation investments in the future.

Language
Finnish

Pages 22
Appendices 3
Pages of Appendices 4

Keywords
components, electrical substations, reports

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Toimeksiantaja ja Energiavirasto	6
2.1	Pohjois-Karjalan Sähkö Oy	6
2.2	Energiavirasto	7
3	Sähköasemat	7
3.1	Yleistä	7
3.2	Päämuuntaja	8
3.3	Katkaisija	8
3.4	Kiskosto	8
3.5	Mittamuuntaja	9
3.6	Suojarele	9
3.7	Kompensointilaitteisto	10
4	Opinnäytetyön prosessi	10
4.1	Lähtötilanne	10
4.2	Suunnitelmasta toteutukseen	11
4.3	Tietojen täydennys	13
4.4	Korjaukset ja parannukset	14
5	Valmis taulukko	17
5.1	Kokonaisuus	17
5.2	Kooste	18
5.3	EV-ilmoitus	18
5.4	Sähköasemat	19
6	Pohdinta	20
	Lähteet	22

Liitteet

Liite 1	Kooste-välilehti
Liite 2	EV ilmoitus -välilehti
Liite 3	Sähköasemakohtainen välilehti

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa Pohjois-Karjalan Sähkön sähköasemakomponenttien ikätietojen valvontaan ja raportointiin soveltuva taulukkomuotoinen työkalu jota käytetään erityisesti Energiavirastolle tehtävän valvontatietoraportin tietopohjana. Valvontatietoraportti sisältää kaikki jakeluverkkoyhtiön sähköverkon komponentit. Sähköverkon muut osat voidaan raportoida yhtiön verkkotietojärjestelmän kautta saatavien tietojen perusteella, mutta sähköasemien osalta järjestelmän tiedot eivät raportin vaatimuksiin nähdessä ole riittävän tarkalla tasolla. Sähköasemien osalta raportin pohjana ennen toiminut taulukko ei vuoden 2016 alusta uudistuneiden valvontamenetelmien johdosta ollut enää ajantasainen ja uuden taulukon oli määrä olla myös entistä selkeämpi ja helppokäyttöisempi. Työ toteutettiin Energiaviraston antamien määrittelyjen mukaisesti sekä toimeksiantajan edustajien toiveita ja ajatuksia kuunnellen. Työn toimeksiantajana toimi PKS Sähkönsiirto Oy, joka toimii Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:ltä vuokraamassaan sähköverkossa ja vastaa samalla myös alueen sähköasemista.

2 Toimeksiantaja ja Energiavirasto

2.1 Pohjois-Karjalan Sähkö Oy

Pohjois-Karjalan Sähkö Oy (myöhemmin PKS) on 1945 perustettu Itä-Suomessa toimiva energia-alan palveluyritys, joka itsessään tuottaa, hankkii sekä myy sähköä koko Suomeen. PKS:llä on kolme tytäryhtiötä, PKS Sähkönsiirto Oy (myöhemmin PKSS), Enerke Oy sekä Kuurnan Voima Oy. PKSS vastaa sähköverkon rakentamisesta sekä kunnossapidosta Pohjois-Karjalan sekä itäisen Savon alueella (kuva 1). Enerke puolestaan tarjoaa sähkönjakelun elinkaari- ja projektipalveluita ja Kuurnan Voima vastaa Pielisjoessa sijaitsevasta Kuurnan voimalaitoksesta. (Pohjois-Karjalan Sähkö Oy 2017.)



Kuva 1. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy:n verkkoalue (Pohjois-Karjalan Sähkö Oy 2017)

Vuonna 2016 PKS-konsernin liikevaihto oli 105 miljoonaa euroa ja liikevoitto 10,8 miljoonaa euroa. PKS:n verkkoalueella on noin 88 500 asiakasta ja sähkönjake-

luverkoston pituus on noin 22 000 km. Verkkoalueeseen kuuluu myös 35 sähköasemaa. Lisäksi PKS:llä on kymmenen omaa vesivoimalaitosta, jotka tuottivat sähköä vuonna 2016 2,16 GWh. Konsernissa työskentelee 297 henkilöä joista suurin osa Enerke Oy:n palveluksessa. (Pohjois-Karjalan Sähkö Oy 2017.)

2.2 Energiavirasto

Energiavirasto on perustettu Sähkömarkkinakeskuksen nimellä vuonna 1995, kun sähkömarkkinalaki astui voimaan. Elokuussa 2000 sen tehtävät laajenivat sähkömarkkinoiden lisäksi myös maakaasumarkkinoiden valvontaan ja nimi muuttui samalla Energiamarkkinavirastoksi. Vuoden 2014 alussa Energiamarkkinavirasto vaihtui Energiavirastoksi ja nykyään sen tehtävänä on muun muassa valvoa ja edistää energiamarkkinoita, päästöjen vähentämistä, energiatehokkuutta sekä uusiutuvan energian käyttöä. (Energiavirasto 2017.)

Sähköverkkoliiketoiminta on lailla säädeltyä, luvanvaraista ja luonnollisen monopolin muodossa tapahtuvaa liiketoimintaa. Energiavirasto valvoo, että toiminta on syrjimätöntä suhteessa asiakkaisiin ja muihin sähkömarkkinoiden osapuoliin. Lisäksi se määrittää jokaiselle verkonhaltijalle kohtuullisen tuoton sen toimintaan sitoutuneelle pääomalle. Sallitun tuoton laskennassa verkkoyhtiön pääomaa tarkastellaan erittäin tarkasti, esimerkiksi sähkön jakeluverkoston osalta arvo määritetään komponenttikohtaisesti. (Laki Energiavirastosta 870/2013.) Näin ollen varsinkin suuremmille verkkoyhtiöille dokumentoitavaa on erittäin paljon.

3 Sähköasemat

3.1 Yleistä

Sähköasemat ovat sähköverkon tärkeä perusosa. Niiden tärkeimmät tehtävät ovat jännitetasojen muuntaminen ja sähkön jakaminen useille johtolähdöille. Myös suurin osa verkon suojausautomaatiikasta on sijoitettu sähköasemille. Sähköaseman kokonaisuus koostuu useista komponenteista, joista tärkeimmät on mainittu seuraavaksi.

3.2 Päämuuntaja

Päämuuntaja muuntaa jännitettä, yleensä siirtoverkon 110 kilovoltista keskijänniteverkon 20 kV:iin. PKSS:n verkossa on käytössä myös 45 kV:n siirtoverkkoa ja osassa voimalaitosten yhteydessä olevista sähköasemista yksi jänniteporras on myös 6,3 kV. Päämuuntaja voi olla myös kolmikääminen, jolloin siihen voi liittyä kolme eri jänniteporrasta. Esimerkiksi Honkavaaran sähköasemalla on käytössä kaksi erillistä kolmikäämimuuntajaa, jotka muuntavat 110 kV:n jännitettä 45 kV:n ja 20 kV:n jännitteeksi.

3.3 Katkaisija

Katkaisijan tehtävänä on avata ja sulkea virtapiirejä ja sen on kyettävä avaamaan ja sulkemaan sen perään kytketty oikosulkupiiri vaurioitumatta. Katkaisijoita on monia erilaisia, esimerkiksi vähäöljy-, tyhjiö-, paineilma- sekä GIS- eli SF₆-katkaisijoita. Näiden suurin ero on tapa, jolla katkaisijan aukaisun aiheuttama valokaari sammutetaan ja tämä tulee ilmi suoraan katkaisijan tyyppinimestä. (Elovaara & Haarla 2011, s. 162–163) Erottimella luodaan virtapiiriin luotettava ja turvallinen avausväli jolla mahdollisesta ja varmistetaan turvalliset työskentelyolosuhteet jännitteettömiksi tehdyissä virtapiirin osissa. Erotin tulee myös voida lukita sekä auki- että kiinni-asentoon ja sen erotusvälin tulee olla jännitelujuudeltaan ympäröivää eristystä parempi. Suomen haastavissa sääolosuhteissa erottimien on kyettävä murtamaan jopa 20 mm paksu jääkerros sekä auki- että kiinniohjauksissa jolloin se kykenee varmasti toimimaan myös talvella. (Elovaara & Haarla 2011, s. 190, 192.)

3.4 Kiskosto

Kiskosto tarkoittaa sähköasemalla sähkön siirtämiseen käytettävää linjastoa. Kiskosto voi muodostua esimerkiksi kuparikiskosta, putkesta tai vaijerista. Kiskosto toimii yleensä varsinkin alemman jänniteportaan ytimenä, johon liitetään kaikki

johtolähdöt niihin liittyvine komponentteineen. Varsinkin vanhemmilla sähköasemilla on usein käytössä 2- tai jopa 3-kiskorakenne, jossa kiskojen välillä olevien kiskokatkaisijoiden avulla voidaan yksi kisko saattaa jännitteettömäksi ilman että se estäisi yhdenkään johtolähdön syöttöä. Nykyään käytetään enemmän 1-kiskorakennetta, sillä sähköverkon muu rakenne mahdollistaa johtolähtöjen varasyötön muilta sähköasemilta, mikäli kisko halutaan jännitteettömäksi esimerkiksi huoltotoimenpiteitä varten.

3.5 Mittamuuntaja

Mittamuuntajia käytetään sähköasemalla eri pisteiden jännitteiden ja virtojen valvontaan, sillä ne ovat usein liian suuria suoraan mittalaitteilla mitattaviksi. Niiden avulla mittauspiiri saadaan erotettua galvaanisesti suurjännitteisestä päävirtapiiristä ja sillä saadaan aikaan myös ylikuormitussuojaus mittalaitteille. Normaalisti sähköasemalta mitataan ainakin 20 kV:n kiskojännitettä ja kaikkien johtolähtöjen virtoja. Lisäksi voidaan mitata esimerkiksi nollajännitettä sekä -virtaa, ja nämä arvot ohjaavat muun muassa suojarелеiden toimintaa. (Elovaara & Haarla 2011, s. 198.)

3.6 Suojarele

Suojareleet hoitavat sähköaseman ja johtolähtöjen valvontaa. Ne tarkkailevat sähköverkon tilaa ja verkon vikaantuessa ne antavat toimintasygnaalin katkaisijalle ja samalla hälytyksen valvomoon. Suojareleille voi antaa asetteluarvot joiden ylittyessä rele joko vain hälyttää tai hälyttää ja antaa laukaisukäskyn. Ne voivat myös suorittaa verkon automaattisia suojaustoimenpiteitä, kuten pika- ja aikajälleenkytkentöjä, joilla verkon pysyvistä häiriöistä saadaan karsittua merkittävä osa pois.

3.7 Kompensointilaitteisto

Kompensointilaitteilla pääsääntöisesti kompensoidaan sähköverkon tuottamaa loistehoa ja ne ovat käytännössä suuria keloja tai kondensaattoreita. Erityyppisiä kompensointilaitteita käytetään eri käyttötarkoituksiin. Rinnakkaisreaktoreilla eli -keloilla kompensoidaan ilmajohdossa pienten kuormitusten aikaan syntyvää kapasitiivista loistehoa ja estetään tällä tavoin johdon jännitteen nousemista. Sarja-reaktoreilla puolestaan rajoitetaan verkon vikavirtaa oikosulkutilanteissa. Sarja- ja rinnakkaiskondensaattoreilla vähennetään johdon induktiivista reaktanssia eli johdon sähköistä pituutta ja täten pienennetään myös sen jännitteenalenemaa. (Elovaara & Haarla 2011, s. 225–236.) Kompensointi voi olla keskitettyä, jolloin laitteisto on sijoitettu sähköasemalle, tai hajautettua, jolloin pienempiä kompensointilaitteistoja voi olla sijoitettuna esimerkiksi 20 kV:n johdon varrella olevien puistomuuntamoiden yhteyteen. PKSS on toteuttanut kompensoinnin pääasiassa keskitetyin ratkaisuin mutta jatkuvasti kasvavan maakaapelointiasteen myötä myös hajautettua kompensointia on käytössä yhä enemmän.

4 Opinnäytetyön prosessi

4.1 Lähtötilanne

PKS Sähkönsiirto hallinnoi 35:tä verkkonsa alueella olevaa sähköasemaa joista vanhimmat on rakennettu jo 50-luvun lopussa. Niistä 28 kpl on suoraan yhteydessä 110 kV:n verkkoon. Kiihtelysvaaran, Tuupovaaran, sekä Uskalin sähköasemia yhdistää 45 kV:n siirtoverkko, joka puolestaan on Honkavaaran sähköaseman kautta yhteydessä 110 kV:n verkkoon.

PKSS oli pitänyt yllä taulukkoa sähköasemiensa komponenteista sekä niiden rakennus- tai asennusvuosista Energiaviraston valvontamallin antaman komponenttijaottelun mukaisesti. Taulukkoa oli kuitenkin jouduttu kasvattamaan ja muokkaamaan ajan saatossa ja sitä olivat työstäneet useat eri henkilöt. Näistäkin syistä johtuen taulukosta oli tullut vaikeaselkoinen ja hankalasti päivitettävä eikä kukaan enää ollut ihan täysin perillä kaikesta taulukkoon aikojen saatossa lisäystä ”ylimääräisestä” tiedosta. Kun Energiavirasto antoi vuonna 2016 alkaneelle

valvontajaksolle uuden komponenttijaottelun, syntyi tarve taulukon perusteelliselle uudistamiselle ja samalla myös mahdollisuus sen selkeyttämiseksi.

Opinnäytetyön tavoitteena oli siis muodostaa Excel-muotoinen tietokanta PKSS:n sähköasemakomponenteista. Tietokannan pääasiallinen tarkoitus oli toimia Energiavirastolle vuosittain tehtävän valvontatietoilmoituksen aineistona. Tarkoituksena oli sijoittaa jokainen sähköasema omalle välilehdelle ja luoda erillinen koostelevi joka kerää yhteen tarvittavat tiedot kaikista sähköasemista. Taulukkoon oli tarkoitus myös sijoittaa Energiaviraston (s. 115–119) aiheeseen liittyen antamat määräykset, joiden avulla saatavilla laskentatuloksilla voitaisiin tarkastella sähköasemien investointisuunnittelua myös nykykäyttöarvon muutosten kannalta.

4.2 Suunnitelmasta toteutukseen

Selkeän ja helposti ylläpidettävän sekä tarvittaessa laajennettavan tietokannan luomiseksi oli ensin muodostettava yhtenäinen pohja kaikille sähköasemille. Energiavirasto (s.115–119) on määritellyt sähköasemakomponenttien lajittelun ja vaikka kaikkia listauksen mukaisia komponentteja ei PKSS:llä ole tällä hetkellä käytössä, tehtiin pohjaksi kaikki komponentit sisältävä listaus. Näin ollen taulukkoon ei tarvitse lisätä uusia rivejä, mikäli ennen käyttämättömiä komponentteja otetaan tulevaisuudessa käyttöön. Tällä tavalla saatiin myös helpotetuksi koostelevin tekeminen, koska tulevaisuudessa mahdollisesti tehtävät uudet sähköasemat voidaan lisätä omalle välilehdelle tietyin ehdoin jopa niin että koostelevin laskukaavoja ei tarvitse lainkaan muuttaa.

Tämän jälkeen listattiin tiedot, jotka haluttiin sähköasemakohtaiselle välilehdelle näkyviin. Tärkeimmät tiedot olivat luonnollisesti komponenttien lukumäärät sekä iät. Lisäksi taulukkoon haluttiin omaa käyttöä selkeyttämään myös komponenttien pitoajat sekä yksikköhinnat jotka molemmat pohjautuvat Energiaviraston määräyksiin. Yksikköhinta on Energiaviraston siirtoverkkoyhtiöille tekemän kyselyn perusteella määritetty keskimääräinen investoinnin arvo kyseiselle komponentille. Pitoajalle Energiavirasto on puolestaan antanut aikavälin, jonka sisällä

kukin jakeluverkkoyhtiö saa valita itse haluamansa ajan jokaiselle komponenttityypille omaa pitoaikasuunnitelmaansa mukaillen.

Taulukossa komponenttien iät määriteltiin syöttämällä kunkin komponentin asennusvuosi ja vertaamalla sitä automaattisesti raportointivuoteen jolloin raportin muodostaminen eri vuosille on helpompaa. Laskettavaan ikätietoon luotiin myös leikkuri joka rajaa komponentin iän enintään sille määritetyn pitoajan suuruiseksi, kuten Energiavirasto (s.26) asian on linjannut. Koska samalla sähköasemalla voi olla samoja komponentteja eri ikäisinä, tehtiin kunkin komponentin alle erikseen avattava osuus, johon pystytään syöttämään tarvittaessa kaikki rinnakkaiset komponentit erikseen.

Komponenttien ikätietoja laskettaessa lisähaastetta aiheutti kytkinkenttien iän määrittelyn jakaminen osakomponentteihin. Jaon avulla saadaan osakomponentteja vaihdettaessa kasvava komponentin käyttöikä huomioitua ikälaskennassa (Energiavirasto, s. 27). Energiavirasto on antanut Empower Oy:n tekemän selvityksen perusteella prosentit, joilla määrätty osakomponentti vaikuttaa koko komponentin arvoon (taulukko 1). Koska kaikkien näiden eriteltyjen osakomponenttien vaihto ei vastaa koko komponentin uusimista, ei myöskään prosenttijaon kokonaissumma ole 100 %. Esimerkiksi alla olevan 20 kV:n kytkinkentän tapauksessa prosenttiosuuksien summa ylittää 100 %. Tästä johtuen laskennassa osuudet huomioitiin siten, että osakomponentin hankintavuosi vaikuttaa komponentin ikään vain silloin, jos näiden kahden hankintavuodet poikkeavat toisistaan.

Taulukko 1. Vaihnettavien osakomponenttien hinnan osuudet 20 kV:n kytkinkentässä (Empower Oy)

	Osuus kokonais-hinnasta, %
20 kV kojeistot	
20 kV ilma- ja kaasueristeinen perus- ja lisäkenttä	
Virtamuuntajat	10 %
Jännitemuuntajat	9 %
Eroin (1 kpl)	20 %
Katkaisija	50 %
Venttilisuojat	20 %

Energiavirasto vaatii vuosittaiseen raporttiinsa kaikkien komponenttien lukumäärät ja keski-iat. Kun ikätietojen laskenta oli saatu toimimaan oikein, voitiin laskea

sähköasemalla olevien samojen komponenttien keski-ikä, joka näkyy kyseisen komponentin kohdalla ilman alataulukoiden aukaisemista. Tällä tavoin sähköaseman tietoja voi tarkastella pääpiirteittäin taulukon pysyessä samalla inhimillisen kokoisena.

Kun taulukkoon oli luotu sarakkeet määrälle, iälle, pitoajalle sekä yksikköhinnalle, saatiin näiden avulla laskettua kyseisen komponenttiryhmän jälleenhankinta-arvo (kaava 1) sekä nykykäyttöarvo (kaava 2). Koska yksikköhinnat sekä pitoajat ovat samat kaikilla sähköasemilla, syötettiin nämä tiedot vain koostelehdelle, josta ne kopioitiin sähköasemien välilehdille. Näin ollen näiden tietojen muuttaminen koko taulukkoon on helppoa, mikäli Energiaviraston määritelmät muuttuvat tulevien valvontajaksojen myötä.

$$JHA = \text{yksikköhinta} \times \text{lukumäärä} \quad (1)$$

$$NKA = JHA \times \frac{\text{keski-ikä}}{\text{pitoaika}} \quad (2)$$

Koska kaikkien sähköasemien taulukkopohja määriteltiin samanlaiseksi, voitiin valmis tyhjä taulukko kopioida eri välilehdille. Tämän jälkeen tehtiin laskukaavat kaikkien sähköasemien komponenttien tietojen keräämiseksi koostelehdelle. Komponenttien lukumäärät saatiin laskettua suoraan summaamalla eri välilehtien luvut keskenään. Niiden keski-ikäkin määräytyi suoraan asemakohtaisten keski-ikäiden ja lukumäärien perusteella, sillä pitoaikaan pohjautuva ikäleikkuri oli otettu huomioon jo sähköasemakohtaisessa taulukossa. Myös koostelehdelle laskettiin kaikkien komponenttiryhmien jälleenhankinta-arvot sekä nykykäyttöarvot. Niitä ei summattu välilehdiltä mahdollisten virheiden kertautumisen estämiseksi vaan ne laskettiin välilehdiltä jo kerättyjen keski-ikä tietojen ja lukumäärien sekä koostelehdelle syötettävien pitoaikojen ja yksikköhintojen perusteella.

4.3 Tietojen täydennys

Kun taulukosta oli saatu ensimmäinen kokonainen versio valmiiksi, sijoitettiin koostelehdelle Energiaviraston määrittelemät komponenttien yksikköhinnat sekä

PKSS:n määrittelemät komponenttien pitoajat. Tämän jälkeen aloitettiin sähköasemakohtaisten komponenttitietojen täyttäminen. Suurin osa tiedoista saatiin suoraan vanhasta taulukosta, mutta päänsivaa aiheuttivat sekä Energiaviraston muuttuneet komponenttiryhmittelyt, että osin puutteelliset tiedot vanhassa taulukossa. Komponenttiryhmittelyissä suurin muutos oli kytkinkentissä, vanhan valvontamallin mukaisessa järjestelmässä oli yhden kentän sisältävä peruskenttä sekä lisäkentät, kun taas uudessa valvontamallissa oli erikseen peruskojeisto ja kytkinkentät. Tämä täytyi huomioida kenttien lukumääriä kirjatessa ja se vaikutti osaltaan myös ikätietoihin, sillä peruskojeisto ja kytkinkentät eivät aina olleet samanikäisiä.

Erityisesti haastetta aiheuttivat kytkinkenttien osakomponenttien kirjaamiset, sillä niistä oli vanhaan taulukkoon eritelty vain 110 kV:n katkaisijat ja erottimet. Taulukossa oli komponentteittain merkitty hankintavuosi sekä ”EMV-ikä” ja muiden osakomponenttien vaikutus oli näkyvissä vain hankintavuoden ja EMV-ian erotuksena. Näihinkin ongelmiin löytyi pääosin ratkaisu muista sähköasemia koskevista asiakirjoista, joihin oli merkitty sähköasemien kunnossapitotietojen yhteyteen osakomponenttien uusintatiedot, mutta osan etenkin vanhemmista kokonaisuuksista joutui ratkaisemaan päättelemällä osakomponenttien vuosiluvut EMV-ian muutoksen suhteella koko kentän hankintavuoteen.

4.4 Korjaukset ja parannukset

Kun kaikkien sähköasemien komponenttimäärät ikätietoineen oli syötetty uuteen taulukkoon, tarkastettiin koostelehden laskennan oikeellisuus vertaamalla tietoja Energiavirastolle tehtyyn aiemman vuoden raporttiin. Luokittelumuutoksista sekä tietojen tarkennuksista johtuen lukujen ei pitänytkään täysin täsmätä, mutta tarkastelussa löytyi kuitenkin yksittäisiä pieniä kaavavirheitä, jotka saatiin täten korjatuksi. Esimerkkinä yksi tällainen virhe oli se, ettei laskenta osannut huomioida puolikasta komponenttiyksikköä. Puolikas komponenttiyksikkö löytyy esimerkiksi

¹ EMV = Energiamarkkinavirasto, Energiaviraston entinen nimi

Viinijärven sähköasemalta, jolla on yksi Outokummun Energia Oy:n ja PKSS:n yhteisomistuksessa oleva 110 kV:n kytkinkenttä.

Kun ensimmäistä täytettyä versiota taulukosta käytiin läpi PKSS:n sähköasemasiantuntijoiden kanssa, tuli esille muutama jalostusehdotus taulukon käytännöllisyyden parantamiseksi. Läpikäynnin lopputuloksena taulukkoon lisättiin sähköasemakohtaisille välilehdille ”Huomio”-sarake, johon ilmestyy huomiovärein korostettu ilmoitus, mikäli kyseisen rivin komponentti on raportointivuonna nykykäyttöarvoltaan 0-arvoinen. Tämä helpottaa osaltaan investointisuunnittelua, kun vähäarvoiset komponentit tulevat selkeämmin esille. Lisäksi välilehdille lisättiin myös sarake vuosittain purettujen komponenttien lukumäärälle. Tämä tieto vaaditaan Energiaviraston valvontatietoraporttiin ja selkeyden vuoksi se oli järkevintä lisätä näiden muiden komponenttitietojen yhteyteen. Koska purkutietoja ei tarvitse eritellä komponenttikohtaista lukumäärää tarkemmin, tehtiin koostelehdelle oma sarakkeensa, johon taulukko laskee kaikkien sähköasemien puretut komponentit. Näiden muutosten lisäksi koostelehdelle luotiin komponenteittain laskenta vuosittaiselle tasapoistolle (kaava 3), vuosittaiselle sallitulle tuotolle (kaava 4) sekä näiden summalle. Nämä toimivat apuna taulukkoa käyttäville henkilöille Energiaviraston antamien päätöksien ennakointiin.

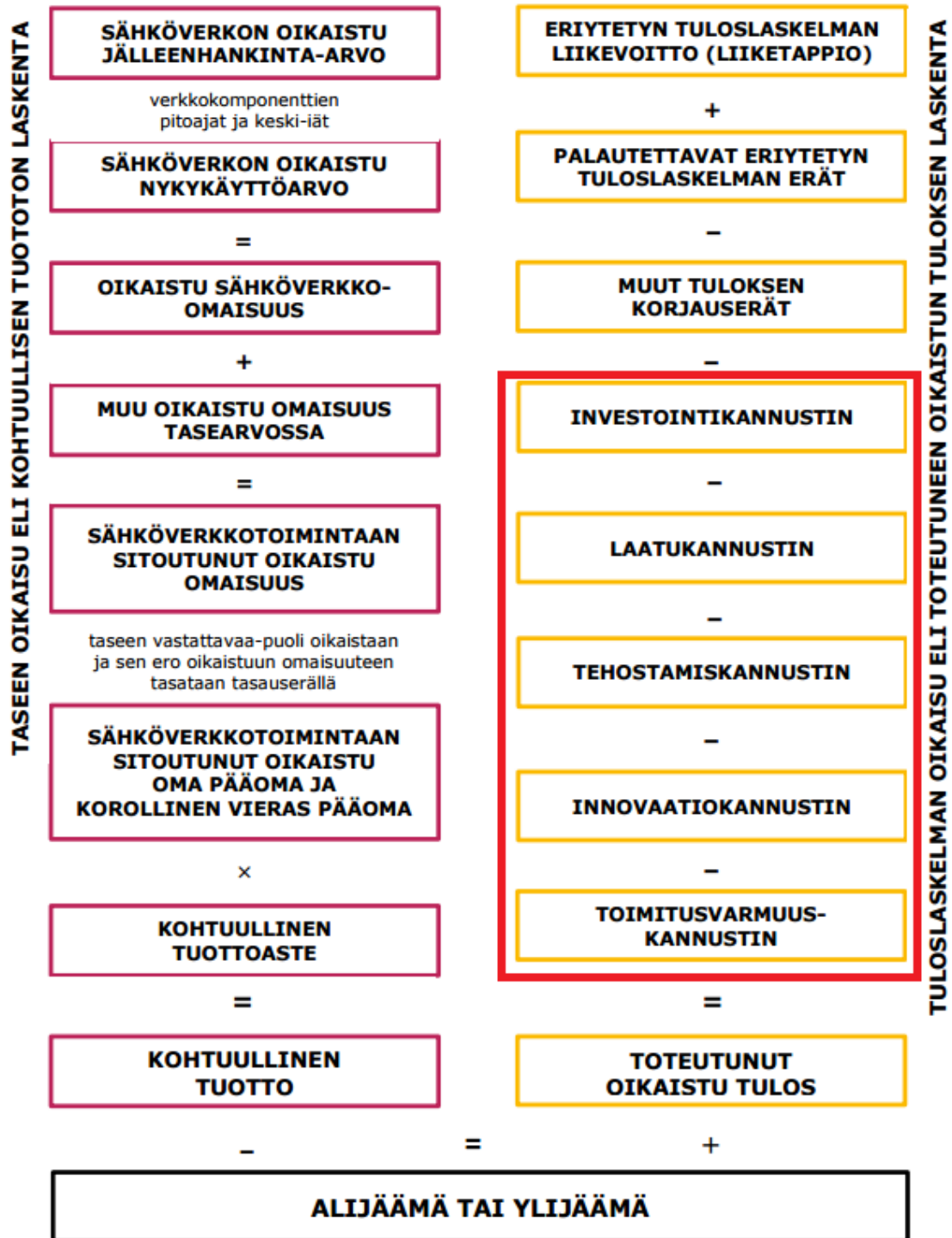
$$\text{Laskennallinen tasapoisto} = \frac{\text{Komponenttien jälleenhankinta-arvo}}{\text{Komponenttien pitoaika}} \quad (3)$$

$$\text{Vuosittainen sallittu tuotto} = WACC * \text{Komponenttien nykykäyttöarvo} \quad (4)$$

Vuosittainen laskennallinen tasapoisto toimii osana Energiaviraston määrittelemää kannustinjärjestelmää (kuva 2). Se lasketaan jakamalla komponenttiryhmän komponenttien yhteenlaskettu jälleenhankinta-arvo niille annetulla pitoajalla. Energiaviraston määritelmän mukaan laskennallinen tasapoisto ei ole riippuvainen komponentin todellisesta iästä, jolloin se huomioidaan vielä komponentin iän ollessa yhtä suuri tai suurempi kuin sen pitoaika (Energiavirasto, s.64).

Vuosittainen sallittu tuotto taas lasketaan kertomalla komponenttiryhmän yhteenlaskettu nykykäyttöarvo niin sanotulla WACC-kertoimella eli kohtuullisella tuottoasteella (Weighted Average Cost of Capital). WACC ilmaisee yrityksen käyttämän pääoman keskimääräisen kustannuksen, jossa painoina ovat oman ja

vieraan pääoman suhteelliset arvot. (Energiavirasto, s. 40.) Energiavirasto laskee sen arvon jakeluverkonhaltijan ilmoittamien tietojen perusteella jokaiselle jakeluverkonhaltijalle ja jokaiselle vuodelle erikseen.



Kuva 2. Yhteenvedo Energiaviraston valvontamenetelmistä, joista punaisella ympyröity mukana olevat kannustinmenetelmät

Koska asiakirja alkoi sisältää erittäin paljon eri tahoille tarkoitettu tietoa, päätettiin siihen luoda myös erillinen, yksinkertaisempi taulukko Energiaviraston valvontatietoraporttia varten. Raportin tekijä ei tarvitse kaikkia taulukon sisältämiä tietoja, joten selkeyden ylläpitämiseksi uudelle välilehdelle kerättiin vain ilmoituksen vaatimat tiedot eli komponenttien pitoajat, lukumäärät ja niiden keskimääräiset iät sekä raportointivuoden aikana purettujen komponenttien lukumäärät. Tälle uudelle välilehdelle lisättiin myös manuaalisesti täytettävät sarakkeet vuoden aikana tehdyille investoinneille, korvausinvestoinneille, ostoille ja myynneille, sekä ostettujen ja myytyjen komponenttien keski-ikä tiedoille. Näitä tietoja on vaikea laskettaa asiakirjasta automaattisesti ainakaan ennen kuin ilmoitusta tehtäessä on verrokkina aiemman vuoden vastaava taulukko. Tästä johtuen nämä tiedot täytetään taulukkoon ainakin toistaiseksi vielä manuaalisesti.

Investoinnit-sarakkeeseen merkitään kaikki vuoden aikana tulleet uudet komponentit, niin purettujen tilalle rakennetut kuin täysin uudetkin. Korvausinvestointeihin merkitään ne komponentit, jotka on jouduttu uusimaan lakiuudistuksista johtuvien kiristyneiden sähkön toimitusvarmuusvaatimuksien takia. Korvausinvestointina ennen pitoajan päättymistä uusitun komponentin nykykäyttöarvon jäännösarvo huomioidaan Energiaviraston antamassa investointikannustimessa.

Mikäli vuoden aikana myydään tai ostetaan sähköverkon osia, tässä tapauksessa osia sähköasemista tai kokonaisiasemia, merkitään kauppohen kohteena olleet komponentit ostot- tai myynnit-sarakkeisiin kaupan suunnasta riippuen. Näiden komponenttien kohdalle merkitään myös niiden keski-ikä. Näiden tietojen avulla Energiavirasto kontrolloi mahdollisten kauppohen yhteydessä muuttuvia kokonaistietoja komponenttien lukumäärien ja ikätietojen osalta.

5 Valmis taulukko

5.1 Kokonaisuus

Työn ja kehityksen lopputuloksena syntyi taulukko, joka on informatiivinen, helpokäyttöinen ja hyödyllinen useille tahoille. Siinä on välilehdille sijoiteltuna kukin

PKSS:n verkkoalueen sähköasema ja lisäksi Kooste-välilehti sekä EV ilmoitus - välilehti. Taulukkoa ei voitu lukita tahattoman muokkaamisen estämiseksi, sillä se olisi samalla estänyt alavalikoiden avaamisen. Käyttöä on selkeytetty kuitenkin siten, että kaikki käsin syötettävää tietoa tarvitsevat kentät on värjätty keltasävyiseksi.

5.2 Kooste

Ensimmäisenä avautuva Kooste-välilehti on lähes kokonaan vain tietoa antava sivu, sille syötetään ainoastaan raportointivuosi ja WACC-kerroin sekä komponenttien yksikköhinnat ja pitoajat. Siitä myös näkee suoraan kaikkien sähköasemien yhteistilanteen komponenttitasolla, eli komponenttien lukumäärän, keskimääräisen EV-iän, jälleenhankinta- ja nykykäyttöarvon, vuosittaisen tasapoiston ja sallitun tuoton sekä näiden summan ja lisäksi vuoden aikana purettujen komponenttien lukumäärän. Taulukkoon on myöskin laskettu yhteen siinä olevat tiedot sekä komponenttiryhmittäin että koko taulukon osalta. Liitteessä 1 on Kooste-välilehden kuvakaappaus, josta on poistettu verkonhaltijan strategiset tiedot.

5.3 EV-ilmoitus

Seuraavalle välilehdelle on koostettu Energiavirastolle vuosittain tehtävää valvontatietoraporttia varten tarvittavat tiedot. Muualta taulukosta tulevaa tietoa ovat komponenttien pitoajat, määrät ja keskimääräiset EV-iät sekä vuoden aikana purettujen komponenttien lukumäärät. Lisäksi siihen syötetään komponenttitasolla manuaalisesti raportointivuoden investoinnit ja korvausinvestoinnit sekä verkon osien ostot ja myynnit keski-ikä tietoineen. Kun tähän taulukkoon on kerätty vain raportin kannalta tarpeelliset tiedot, on se helpommin käsiteltävä niin kokonsa kuin tietomääränsäkin suhteen. Kuvakaappaus välilehdeltä liitteessä 2, myös siitä on poistettu verkonhaltijan kannalta kriittiset tiedot.

5.4 Sähköasemat

Edellä mainittujen koosteina toimivien välilehtien lisäksi taulukossa on oma välilehtensä jokaiselle sähköasemalle. Nämä välilehdet ovat pohjaltaan identtisiä ja kunkin sähköaseman välilehdelle on luonnollisesti täytetty sitä asemaa koskevat tiedot. Jokaisen komponentin kohdalla on avattava lisätaulukko, jossa oleviin kel-
tapohjaisiin kenttiin voidaan syöttää sähköasemalla olevien kyseisten komponenttien lukumäärä hankintavuosi. Lisätaulukossa on kunkin komponentin kohdalla yhtä monta riviä kuin kyseisiä komponentteja käytännössä maksimissaan yhdellä sähköasemalla on. Tämä mahdollistaa tarkan keski-ikä tiedon saamisen siinäkin tapauksessa, että kaikki sähköaseman samat komponentit olisivat eri ikäisiä. Tästä syystä kunkin taulukon rivimäärä on kasvanut yhteensä yli kahdeksaansataan, mutta lisätaulukot piilottamalla rivimäärä on kohtuullisempi, noin yhdeksänkymmentä. Kaikkien samanlaisten komponenttien yhteismäärä sekä EV-ikä tulevat näkyviin kyseisen komponentin pääriville. Rivillä näkyy myös kyseisten komponenttien vanhimman yksilön hankintavuosi.

Niin 110 kV:n, 45 kV:n kuin 20 kV:n lähtö- ja syöttökentissä komponentin ikään vaikuttaa myös osakomponenttien hankintavuosi. Mikäli kenttään ei ole vaihdettu yhtään osakomponenttia, syötetään kaikkiin sen kentän hankintavuosi-ruutuihin kentän hankintavuosi. Jos osakomponenteille syötetään itse komponentin hankintavuodesta poikkeava tieto, laskee taulukko automaattisesti muutoksen ikävaikutuksen annettujen osaprocenttien perusteella. (taulukko 2.)

Taulukko 2. Esimerkki osakomponenttien iän käytännön vaikutuksesta 45 kV:n lähtö- tai syöttökentän ikään.

Verkkokomponentti	Määrä (kpl)	Hankintavuosi	EV-ikä
45 kV KYTKINKENTÄT			
Kojeiston lähtö- tai syöttökenttä	2	1995	17,7
Kenttä 1	1	1995	18,4
Virtamuuntajat	25 %	1995	
Jännitemuuntajat	24 %	2010	
Erottimet	20 %	1995	
Katkaisija	31 %	1995	
Kenttä 2	1	2000	17,0
Virtamuuntajat	25 %	2000	
Jännitemuuntajat	24 %	2000	
Erottimet	20 %	2000	
Katkaisija	31 %	2000	

Sähköasemakohtaisilla välilehdillä on lukumäärän ja hankintavuoden lisäksi täytettävä sarake raportointivuoden aikana purettujen komponenttien lukumäärälle.

Annettujen tietojen sekä Kooste-välilehdeltä tulevien perustietojen perusteella taulukkoon lasketaan komponenttien EV-iät, jälleenhankinta-arvot sekä nykykäyttöarvot. Lisäksi taulukossa on myös Huomio-sarake, johon tulee huomiovärillä ilmoitus, mikäli kyseisen rivin komponentti on saavuttanut sille määritellyn pitoajan. Taulukon alaosassa on myös yhteenlaskettuna taulukon arvot koko sähköaseman osalta. Esimerkki sähköasemakohtaisesta taulukosta on liitteessä 3. Lisätaulukot ovat liitteessä piilotettuina sen pituuden rajoittamisen vuoksi.

6 Pohdinta

Opinnäytetyön tuloksena syntynyt taulukkokokonaisuus oli sekä omasta että toimeksiantajan mielestä tarkoitukseensa hyvä ja toimiva ratkaisu. Sen avulla Energiaviraston valvontatietoraportin täyttävä henkilö sai PKSS:n sähköasemista mahdollisimman tarkan, ajantasaisen ja selkeän komponenttikohtaisen tiedon ja pystyi täyttämään vuotta 2016 koskevan raportin sähköasemien osalta. Sähköasemien nykykäyttöarvo elää vuosien mittaan ikääntymisestä, investoinneista sekä muista muutoksista johtuen mutta edellisen vuoden tilanteeseen nähden se nousi kymmenellä prosentilla ja osa siitä on varmasti työn myötä tarkentuneiden tietojen ansiota.

Taulukkoa voidaan luontevasti käyttää myös sähköasemien investointisuunnitteluun. Pääsääntöisesti asemien komponentteja pyritään uusimaan silloin kun niiden ikä saavuttaa kyseiselle komponentille määritetyn pitoajan. Joskus kuitenkin syystä tai toisesta komponentteja vaihdetaan ennen pitoajan täyttymistä. Tällöin uudesta taulukosta nähdään suoraan, paljonko kyseisen sähköaseman nykykäyttöarvo nousee korvattavan komponentin vuosilukua muuttamalla. Kun tätä muutosta verrataan kyseisen investoinnin kustannuksiin, nähdään suoraan, onko investointi siinä vaiheessa kannattava.

Työ oli myös tekijälleen erittäin opettava. Kaiken sähköasemia koskevan tiedon läpikäyminen ja uudella tavalla dokumentointi opetti paljon sähköasemien toiminnasta, rakenteesta ja huollosta. Samalla tutuksi tuli myös sähköasemien investointisuunnittelun perusteet sekä verkonhaltijan rooli oman verkkonsa tietojen ylläpitämisessä ja raportoimisessa. Energiavirasto valvoo verkonhaltijan toimintaa

erittäin tarkasti ja juurikin tämän työn tähtäimenä ollut valvontatietoraportti on kokonaisuutena erittäin suuri ja työläs prosessi, joka pitää kuitenkin toistaa vuosittain. Myös itse taulukon tekeminen syvensi valtavasti tekijän Excel-osaamista laskentakaavojen ollessa parhaimmillaan neljä riviä pitkiä.

Taulukkoon jäi vielä myös paljon kehittämisen mahdollisuuksia. Kun vuoden 2017 raporttia aletaan aikanaan valmistelemaan, voitaisiin edellisen vuoden tiedoilla täytettyä taulukkoa käyttää tietolähteenä ja laskea siihen verraten automaattisesti esimerkiksi purettujen komponenttien ja uusien investointien lukumääriä. Tietoja voitaisiin myös tarkentaa lisäämällä hankintavuositietoon myös kuukausi. Kun esimerkiksi vuosi 2016 raporttoitiin määritysten mukaisesti 31.12.2016 tilanteessa, olivat raportointivuonna käyttöön otetut komponentit laskennassa jo lähes vuoden ikäisiä. Kuukauden lisäämisen vaikutus korostuu etenkin komponentin ensimmäisen vuoden aikana, mutta myös vanhemmilla komponenteilla kuukausitieto nuorentaa niitä aina jonkin verran. Korkeintaan muutamien vuosien ikäisille komponenteille tarkka käyttöönottopäivä löytyy hyvin todennäköisesti olemassa olevista asiakirjoista, mutta etenkin vanhimpien komponenttien osalta tarkemman ikätiedon määrittäminen voi olla haastavaa.

PKSS on valmistellut uutta tietojärjestelmää, johon kaikki sähköverkon tiedot on tarkoitus joskus tulevaisuudessa syöttää. Järjestelmä tulisi toteutuessaan käytännössä korvaamaan tämän työn tuloksena syntyneen taulukon, mutta siirtymävaiheessa taulukosta tulee olemaan iso apu uuden järjestelmän tietolähteenä. Järjestelmän käyttöönotto on vielä epävarmaa ja ainakin sen toteutumiseen asti taulukko tulee olemaan säännöllisessä käytössä ja tarpeellinen työkalu sähköasemien tietojen hallinnassa ja raportoinnissa.

Lähteet

Elovaara, J. & Haarla, L. 2011. Sähköverkot II. Helsinki: Otatieto.

Energiavirasto. 2015. Valvontamenetelmät neljännellä 1.1.2016 - 31.12.2019 ja viidennellä 1.1.2020 - 31.12.2023 valvontajaksolla.

Energiavirasto. 2017. Historia. <http://www.energiavirasto.fi>. 3.4.2017.

Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. 2017. Yritysesittely. <http://www.pks.fi/yritysesittely>. 3.4.2017.

Kooste-välilehti

WACC-kerroin											
										%	
Ilmoitusvuosi	2016										
Verkkokomponentti	Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta, euroa	Pitoaika, vuotta	Keskimaarainen EV-ikä	Jälleenhankinta-arvo	Nykykäyttöarvo	Vuositainen tasapisto	Vuositainen salittu tuotto	Tasapisto + salittu tuotto	Purettu vuosittain kpl
110 KV PÄÄMUUNTAJAT											
Päämuuntaja 6 MVA	0 kpl	0 kpl	240 700,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Päämuuntaja 10 MVA kpl	0 kpl	0 kpl	257 800,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Päämuuntaja 16 MVA kpl	0 kpl	0 kpl	289 000,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Päämuuntaja 20 MVA	0 kpl	0 kpl	313 600,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Päämuuntaja 25 MVA	0 kpl	0 kpl	338 100,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Päämuuntaja 31,5 MVA	0 kpl	0 kpl	450 200,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Päämuuntaja 40 MVA	0 kpl	0 kpl	538 400,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Päämuuntaja 50 MVA	0 kpl	0 kpl	593 000,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Päämuuntaja 63 MVA	0 kpl	0 kpl	664 000,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Päämuuntaja 80 MVA	0 kpl	0 kpl	756 900,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Päämuuntaja 100 MVA	0 kpl	0 kpl	866 300,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
110 KV ILMAERISTESET KYTKINKENTÄT											
Ilmaeristeen kytkinkentän muuntajaperustus ja muuntajaliittynät	0 kpl	0 kpl	66 500,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Ilmaeristeen 1-kiskokoloisto: peruskoloisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä	0 kpl	0 kpl	95 900,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Ilmaeristeen 1-kiskokoloiston lähtö- tai syöttökenttä	0 kpl	0 kpl	199 300,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Ilmaeristeen 2-kiskokoloisto: peruskoloisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä	0 kpl	0 kpl	232 600,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Ilmaeristeen 2-kiskokoloiston lähtö- tai syöttökenttä	0 kpl	0 kpl	292 000,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Ilmaeristeen 3-kiskokoloisto: peruskoloisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä	0 kpl	0 kpl	308 800,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Ilmaeristeen 3-kiskokoloiston lähtö- tai syöttökenttä	0 kpl	0 kpl	349 900,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Ilmaeristeen kytkinlaitoksen suojaus- ja automaatiolaitteisto: asemakohtainen perusosa	0 kpl	0 kpl	39 200,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Ilmaeristeen kytkinkentän suojaus- ja automaatiolaitteisto: kenttäkohtainen osa	0 kpl	0 kpl	19 000,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
110 KV KAASUERISTESET KYTKINKENTÄT											
Kaasuieristeen kytkinkentän muuntajaperustus ja muuntajaliittynät	0 kpl	0 kpl	66 500,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Kaasuieristeen 1-kiskokoloisto: peruskoloisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä	0 kpl	0 kpl	209 700,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Kaasuieristeen 1-kiskokoloiston lähtö- tai syöttökenttä	0 kpl	0 kpl	267 300,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Kaasuieristeen 2-kiskokoloisto: peruskoloisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä	0 kpl	0 kpl	343 300,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Kaasuieristeen 2-kiskokoloiston lähtö- tai syöttökenttä	0 kpl	0 kpl	361 300,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Kaasuieristeen 3-kiskokoloisto: peruskoloisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä	0 kpl	0 kpl	440 500,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Kaasuieristeen 3-kiskokoloiston lähtö- tai syöttökenttä	0 kpl	0 kpl	442 300,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Kaasuieristeen kytkinlaitoksen suojaus- ja automaatiolaitteisto: asemakohtainen perusosa	0 kpl	0 kpl	65 900,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Kaasuieristeen kytkinlaitoksen suojaus- ja automaatiolaitteisto: kenttäkohtainen osa	0 kpl	0 kpl	42 900,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Kaasu- tai ilmaeristeen kytkinlaitoksen differentiaalirsuojaus: asemakohtainen perusosa	0 kpl	0 kpl	27 300,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Kaasu- tai ilmaeristeen kytkinlaitoksen differentiaalirsuojaus: kenttäkohtainen osa	0 kpl	0 kpl	9 600,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
45 KV KYTKINKENTÄT											
Muuntajaperustus ja muuntajaliittynät	0 kpl	0 kpl	60 800,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Koloisto: peruskoloisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä	0 kpl	0 kpl	91 600,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Koloiston lähtö- tai syöttökenttä	0 kpl	0 kpl	151 900,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Suojaus- ja automaatiolaitteisto: perusosa	0 kpl	0 kpl	67 600,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0
Suojaus- ja automaatiolaitteisto: kenttäkohtainen osa	0 kpl	0 kpl	19 100,00 €	-	-	- €	- €	- €	- €	- €	0

Kooste-välilehti

/erikkomponentit									
ERIKOSUUNNITELMAT									
Määrä	Yksikkö	Yksikköhinta, euroa	Pitoaika, vuotta	Keskimääräinen EV-ika	Jälleenhankinta- arvo	Nykykäyttöarvo	Vuosittainen tasapoisto	Vuosittainen salittu tuotto	Tasapoisto + salittu tuotto
0 kpl	0 kpl	0 kpl	0 kpl	0 kpl	0 kpl	0 kpl	0 kpl	0 kpl	0 kpl
Muuntaja 20/10 kV, 45/20 kV, 20/20 kV									
20 kV KOJESTOT									
0 kpl	0 kpl	34 700,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	16 900,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	82 200,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	34 600,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	48 400,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	21 400,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	116 700,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	41 300,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	22 600,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	7 900,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
10 kV KOMPENSOINTILAITTEISTOT									
0 kpl	0 kpl	38 800,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	61 400,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	79 900,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	101 300,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	77 600,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	133 100,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	135 800,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	154 200,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	142 300,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	170 400,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	158 600,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	186 600,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	174 800,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	202 900,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	11 200,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	19 100,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
10 / 20 kV SÄHKÖASEMATONIT									
0 kpl	0 kpl	14 400,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	67 900,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	253 400,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
110 / 20 kV SÄHKÖASEMARAKENNUKSET									
0 kpl	0 kpl	81 000,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	141 800,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	303 800,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 kpl	0 kpl	506 400,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
0 m ²	0 m ²	3 500,00 €			- €	- €	- €	- €	- €
Yhteensä									
Tasapoisto									
Salittu tuotto									
Poisto + tuotto									

EV ilmoitus -välilehti

Verkkokomponentti	Pitoloika, vuotta	Määrä, kpl	Keskimääräinen EMV-ikä, vuotta	Purettu	Investoinnit	Korvaus-investoinnit	Ostot	Ostettujen keski-ikä	Mydyt	Myytyjen keski-ikä
110 kV PÄÄMUUNTAJAT										
Päämuuntaja 6 MVA		0	-	0						
Päämuuntaja 10 MVA kpl		0	-	0						
Päämuuntaja 16 MVA kpl		0	-	0						
Päämuuntaja 20 MVA		0	-	0						
Päämuuntaja 25 MVA		0	-	0						
Päämuuntaja 31,5 MVA		0	-	0						
Päämuuntaja 40 MVA		0	-	0						
Päämuuntaja 50 MVA		0	-	0						
Päämuuntaja 63 MVA		0	-	0						
Päämuuntaja 80 MVA		0	-	0						
Päämuuntaja 100 MVA		0	-	0						
110 kV ILMAERISTEET KYTKINKENTÄT										
Ilmaeristeen kytkinkentän muuntajaperustus ja muuntajaliittynät		0	-	0						
Ilmaeristeen 1-kiskokokoisto: peruskokoisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0	-	0						
Ilmaeristeen 1-kiskokokoiston lähtö- tai syöttökenttiä		0	-	0						
Ilmaeristeen 2-kiskokokoisto: peruskokoisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0	-	0						
Ilmaeristeen 2-kiskokokoiston lähtö- tai syöttökenttiä		0	-	0						
Ilmaeristeen 3-kiskokokoisto: peruskokoisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0	-	0						
Ilmaeristeen 3-kiskokokoiston lähtö- tai syöttökenttiä		0	-	0						
Ilmaeristeen kytkinlaitoksen suojaus- ja automaatiolaitteisto: asemakohtainen perusosa		0	-	0						
Ilmaeristeen kytkinkentän suojaus- ja automaatiolaitteisto: kenttäkohtainen osa		0	-	0						
110 kV KAASUERISTEET KYTKINKENTÄT										
Kaasuieristeen kytkinkentän muuntajaperustus ja muuntajaliittynät		0	-	0						
Kaasuieristeen 1-kiskokokoisto: peruskokoisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0	-	0						
Kaasuieristeen 1-kiskokokoiston lähtö- tai syöttökenttiä		0	-	0						
Kaasuieristeen 2-kiskokokoisto: peruskokoisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0	-	0						
Kaasuieristeen 2-kiskokokoiston lähtö- tai syöttökenttiä		0	-	0						
Kaasuieristeen 3-kiskokokoisto: peruskokoisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0	-	0						
Kaasuieristeen 3-kiskokokoiston lähtö- tai syöttökenttiä		0	-	0						
Kaasuieristeen kytkinlaitoksen suojaus- ja automaatiolaitteisto: asemakohtainen perusosa		0	-	0						
Kaasuieristeen kytkinkentän suojaus- ja automaatiolaitteisto: kenttäkohtainen osa		0	-	0						
Kaasu- tai ilmaeristeen kytkinlaitoksen differentiaalirele suojaus: asemakohtainen perusosa		0	-	0						
Kaasu- tai ilmaeristeen kytkinlaitoksen differentiaalirele suojaus: kenttäkohtainen osa		0	-	0						
45 kV KYTKINKENTÄT										
Muuntajaperustus ja muuntajaliittynät		0	-	0						
Kokoisto: peruskokoisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0	-	0						
Kokoiston lähtö- tai syöttökenttiä		0	-	0						
Suojaus- ja automaatiolaitteisto: perusosa		0	-	0						
Suojaus- ja automaatiolaitteisto: kenttäkohtainen osa		0	-	0						
ERIKOISMUUNTAJAT										
Muuntaja 20/10 kV, 45/20 kV, 20/20 kV		0	-	0						
20 kV KOJEISTOT										
Ilmaeristeen 1-kiskokokoisto: peruskokoisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0	-	0						
Ilmaeristeen 1-kiskokokoiston lähtö- tai syöttökenttiä		0	-	0						
Ilmaeristeen 2-kiskokokoisto: peruskokoisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0	-	0						
Ilmaeristeen 2-kiskokokoiston lähtö- tai syöttökenttiä		0	-	0						
Kaasuieristeen 1-kiskokokoisto: peruskokoisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0	-	0						
Kaasuieristeen 1-kiskokokoiston lähtö- tai syöttökenttiä		0	-	0						
Kaasuieristeen 2-kiskokokoisto: peruskokoisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0	-	0						
Kaasuieristeen 2-kiskokokoiston lähtö- tai syöttökenttiä		0	-	0						
Suojaus- ja automaatiolaitteisto: perusosa		0	-	0						
Suojaus- ja automaatiolaitteisto: kenttäkohtainen osa		0	-	0						
20 kV KOMPENSOINTILAITTEISTOT										
Kondensaattori alle 3 Mvar		0	-	0						
Rinnakkaiskierustin 1 Mvar		0	-	0						
Rinnakkaiskierustin 2 Mvar		0	-	0						
Rinnakkaiskierustin vähintään 3 Mvar		0	-	0						
Maasulun sammutuslaitteisto 100 A		0	-	0						
Maasulun sammutuslaitteisto 100 A: maadoitusmuuntajalla		0	-	0						
Maasulun sammutuslaitteisto 140 A		0	-	0						
Maasulun sammutuslaitteisto 140 A: maadoitusmuuntajalla		0	-	0						
Maasulun sammutuslaitteisto 200 A		0	-	0						
Maasulun sammutuslaitteisto 200 A: maadoitusmuuntajalla		0	-	0						
Maasulun sammutuslaitteisto 250 A		0	-	0						
Maasulun sammutuslaitteisto 250 A: maadoitusmuuntajalla		0	-	0						
Maasulun sammutuslaitteisto 320 A		0	-	0						
Maasulun sammutuslaitteisto 320 A: maadoitusmuuntajalla		0	-	0						
Hajautetun kompensoinnin laitteisto 10 A tai vähemmän		0	-	0						
Hajautetun kompensoinnin laitteisto yli 10 A		0	-	0						
110 / 20 kV SÄHKÖASEMATONTIT										
Haja-asutusalue: tyypillinen taajama- tai haja-asutussähköasematontti asemakaava-alueen ulkopuolella		0	-	0						
Asemakaava-alue: tyypillinen kaupunki- tai taajamasähköaseman tontti		0	-	0						
Poikkeuksellisen suuren kaupunkisähköaseman tontti suurikaupungin keskusta-alueella		0	-	0						
110 / 20 kV SÄHKÖASEMARAKENNUKSET										
Sähköasema tyyppi 1 – kevyt sähköasema		0	-	0						
Sähköasema tyyppi 2 – haja-asutusalueen sähköasema		0	-	0						
Sähköasema tyyppi 3 – taajamasähköasema		0	-	0						
Sähköasema tyyppi 4 – kaupunkisähköasema		0	-	0						
Sähköasema tyyppi 5 – suuri kaupunkisähköasema / luola-asema		0	-	0						

Sähköasemakohtainen välilehti

1	2	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	N	O
							Määrä (kpl)	Hankinta- vuosi	EV-ikä	Yksikköhinta, euroa	Pitoaika, vuotta	Jälkeenhankinta-arvo	Nykykäyttöarvo	Huomio	Purettu vuosittain kpl
3					Verkkokomponentit										
4					110 kV PÄÄMUUNTAJAT										
5					Päämuuntaja 6 MVA		0 -	-		240 700,00 €	0	- €	- €		
8					Päämuuntaja 10 MVA kpl		0 -	-		257 800,00 €	0	- €	- €		
11					Päämuuntaja 16 MVA kpl		0 -	-		289 000,00 €	0	- €	- €		
14					Päämuuntaja 20 MVA		0 -	-		313 600,00 €	0	- €	- €		
17					Päämuuntaja 25 MVA		0 -	-		338 100,00 €	0	- €	- €		
20					Päämuuntaja 31,5 MVA		0 -	-		450 200,00 €	0	- €	- €		
23					Päämuuntaja 40 MVA		0 -	-		538 400,00 €	0	- €	- €		
26					Päämuuntaja 50 MVA		0 -	-		593 000,00 €	0	- €	- €		
29					Päämuuntaja 63 MVA		0 -	-		664 000,00 €	0	- €	- €		
32					Päämuuntaja 80 MVA		0 -	-		756 900,00 €	0	- €	- €		
35					Päämuuntaja 100 MVA		0 -	-		866 300,00 €	0	- €	- €		
38															
39					110 kV ILMAERISTEIST KYTKINKENTÄT										
40					Ilmaeristeisen kytkinkentän muuntajaperustus ja muuntajaliittymät		0 -	-		66 500,00 €	0	- €	- €		
43					Ilmaeristeinen 1-kiskokojeisto: peruskojeisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0 ✓	-		95 800,00 €	0	- €	- €		
45					Ilmaeristeinen 1-kiskokojeiston lähtö- tai syöttökenttä		0 -	-		199 300,00 €	0	- €	- €		
76					Ilmaeristeinen 2-kiskokojeisto: peruskojeisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0 ✓	-		232 600,00 €	0	- €	- €		
78					Ilmaeristeinen 2-kiskokojeiston lähtö- tai syöttökenttä		0 -	-		292 000,00 €	0	- €	- €		
109					Ilmaeristeinen 3-kiskokojeisto: peruskojeisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0 ✓	-		308 800,00 €	0	- €	- €		
111					Ilmaeristeinen 3-kiskokojeiston lähtö- tai syöttökenttä		0 -	-		349 000,00 €	0	- €	- €		
142					Ilmaeristeisen kytkinlaitoksen suojaus- ja automaatiolaitteisto: asemakohtainen perusosa		0 ✓	-		39 200,00 €	0	- €	- €		
144					Ilmaeristeisen kytkinlaitoksen suojaus- ja automaatiolaitteisto: kenttäkohtainen osa		0 -	-		19 000,00 €	0	- €	- €		
150															
151					110 kV KAASUERISTEIST KYTKINKENTÄT										
152					Kaasuieristeisen kytkinkentän muuntajaperustus ja muuntajaliittymät		0 -	-		66 500,00 €	0	- €	- €		
155					Kaasuieristeinen 1-kiskokojeisto: peruskojeisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0 ✓	-		209 700,00 €	0	- €	- €		
157					Kaasuieristeinen 1-kiskokojeiston lähtö- tai syöttökenttä		0 -	-		267 300,00 €	0	- €	- €		
188					Kaasuieristeinen 2-kiskokojeisto: peruskojeisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0 ✓	-		343 300,00 €	0	- €	- €		
190					Kaasuieristeinen 2-kiskokojeiston lähtö- tai syöttökenttä		0 -	-		361 300,00 €	0	- €	- €		
221					Kaasuieristeinen 3-kiskokojeisto: peruskojeisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0 ✓	-		440 500,00 €	0	- €	- €		
223					Kaasuieristeinen 3-kiskokojeiston lähtö- tai syöttökenttä		0 -	-		442 300,00 €	0	- €	- €		
254					Kaasuieristeisen kytkinlaitoksen suojaus- ja automaatiolaitteisto: asemakohtainen perusosa		0 ✓	-		65 900,00 €	0	- €	- €		
256					Kaasuieristeisen kytkinlaitoksen differentiaalirele suojaus: kenttäkohtainen osa		0 -	-		42 900,00 €	0	- €	- €		
262					Kaasu- tai ilmaeristeisen kytkinlaitoksen differentiaalirele suojaus: asemakohtainen perusosa		0 ✓	-		27 300,00 €	0	- €	- €		
264					Kaasu- tai ilmaeristeisen kytkinlaitoksen differentiaalirele suojaus: kenttäkohtainen osa		0 -	-		9 600,00 €	0	- €	- €		
270															
271					45 kV KYTKINKENTÄT										
272					Muuntajaperustus ja muuntajaliittymät		0 -	-		60 800,00 €	45	- €	- €		
275					Kojeisto: peruskojeisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0 -	-		91 600,00 €	45	- €	- €		
277					Kojeiston lähtö- tai syöttökenttä		0 -	-		151 900,00 €	45	- €	- €		
288					Suojaus- ja automaatiolaitteisto: perusosa		0 ✓	-		67 600,00 €	45	- €	- €		
290					Suojaus- ja automaatiolaitteisto: kenttäkohtainen osa		0 -	-		19 100,00 €	45	- €	- €		
293															
294					ERIKOISMUUNTAJAT										
295					Muuntaja 20/10 kV, 45/20 kV, 20/20 kV		0 -	-		159 000,00 €	0	- €	- €		
298															
299					20 kV KOJEISTOT										
300					Ilmaeristeinen 1-kiskokojeisto: peruskojeisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0 ✓	-		34 700,00 €	0	- €	- €		
302					Ilmaeristeinen 1-kiskokojeiston lähtö- tai syöttökenttä		0 -	-		16 900,00 €	0	- €	- €		
423					Ilmaeristeinen 2-kiskokojeisto: peruskojeisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0 ✓	-		82 200,00 €	0	- €	- €		
425					Ilmaeristeinen 2-kiskokojeiston lähtö- tai syöttökenttä		0 -	-		34 600,00 €	0	- €	- €		
546					Kaasuieristeinen 1-kiskokojeisto: peruskojeisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0 ✓	-		48 400,00 €	0	- €	- €		
548					Kaasuieristeinen 1-kiskokojeiston lähtö- tai syöttökenttä		0 -	-		21 400,00 €	0	- €	- €		
669					Kaasuieristeinen 2-kiskokojeisto: peruskojeisto ilman lähtö- ja syöttökenttiä		0 ✓	-		116 700,00 €	0	- €	- €		
671					Kaasuieristeinen 2-kiskokojeiston lähtö- tai syöttökenttä		0 -	-		41 300,00 €	0	- €	- €		
792					Suojaus- ja automaatiolaitteisto: perusosa		0 ✓	-		22 600,00 €	0	- €	- €		
794					Suojaus- ja automaatiolaitteisto: kenttäkohtainen osa		0 -	-		7 900,00 €	0	- €	- €		
815															
816					20 kV KOMPENSOINTILAITTEISTOT										
817					Kondensaattori alle 3 Mvar		0 -	-		38 800,00 €	0	- €	- €		
820					Rinnakkaiskuristin 1 Mvar		0 -	-		61 400,00 €	0	- €	- €		
823					Rinnakkaiskuristin 2 Mvar		0 -	-		79 000,00 €	0	- €	- €		
826					Rinnakkaiskuristin vähintään 3 Mvar		0 -	-		101 300,00 €	0	- €	- €		
829					Maasulun sammutuslaitteisto 100 A		0 -	-		77 600,00 €	0	- €	- €		
832					Maasulun sammutuslaitteisto 100 A: maadoitusmuuntajalla		0 -	-		133 100,00 €	0	- €	- €		
835					Maasulun sammutuslaitteisto 140 A		0 -	-		135 800,00 €	0	- €	- €		
838					Maasulun sammutuslaitteisto 140 A: maadoitusmuuntajalla		0 -	-		154 200,00 €	0	- €	- €		
841					Maasulun sammutuslaitteisto 200 A		0 -	-		142 300,00 €	0	- €	- €		
844					Maasulun sammutuslaitteisto 200 A: maadoitusmuuntajalla		0 -	-		170 400,00 €	0	- €	- €		
847					Maasulun sammutuslaitteisto 250 A		0 -	-		158 600,00 €	0	- €	- €		
850					Maasulun sammutuslaitteisto 250 A: maadoitusmuuntajalla		0 -	-		186 600,00 €	0	- €	- €		
853					Maasulun sammutuslaitteisto 320 A		0 -	-		174 800,00 €	0	- €	- €		
856					Maasulun sammutuslaitteisto 320 A: maadoitusmuuntajalla		0 -	-		202 900,00 €	0	- €	- €		
859					Hajautetun kompensoinnin laitteisto 10 A tai vähemmän		0 -	-		11 200,00 €	0	- €	- €		
862					Hajautetun kompensoinnin laitteisto yli 10 A		0 -	-		19 100,00 €	0	- €	- €		
865															
866					110 / 20 kV SÄHKÖASEMATONIT										
867					Haja-asutusalue: tyypillinen taajama- tai haja-asutussähköasematontti asemakaava-alueen ulk		0 ✓	-		14 400,00 €	0	- €	- €		
869					Asemakaava-alue: tyypillinen kaupunki- tai taajamasähköaseman tontti		0 ✓	-		67 900,00 €	0	- €	- €		
871					Poikkeuksellisen suuren kaupunkisähköaseman tontti suurkaupungin keskusta-alueella		0 ✓	-		253 400,00 €	0	- €	- €		
873															
874					110 / 20 kV SÄHKÖASEMARAKENNUKSET										
875					Sähköasema tyyppi 1 – kevyt sähköasema		0 ✓	-		81 000,00 €	0	- €	- €		
877					Sähköasema tyyppi 2 – haja-asutusalueen sähköasema		0 ✓	-		141 800,00 €	0	- €	- €		
879					Sähköasema tyyppi 3 – taajamasähköasema		0 ✓	-		303 800,00 €	0	- €	- €		
881					Sähköasema tyyppi 4 – kaupunkisähköasema		0 ✓	-		506 400,00 €	0	- €	- €		
883					Sähköasema tyyppi 5 – suuri kaupunkisähköasema / fuola-asema (yksikkönä m2)		0 ✓	-		3 500,00 €	0	- €	- €		
885															
886															
887															
												JHA	NKA		
												YHTEENSÄ	- €	- €	